

## Veículos elétricos: uma opção para o Exército Brasileiro.

Jonathas da Costa Jardim  
Tenente-Coronel do Exército Brasileiro e  
Comandante do Batalhão Central de Manutenção e Suprimento.

### 1. Introdução

Tendo sua origem datada de 1888 na Alemanha, os veículos elétricos se expandiram ao longo dos anos. A despeito do forte crescimento de veículos movidos a combustíveis originados do petróleo após a 1ª Guerra Mundial, percebe-se que nos dias atuais os veículos elétricos já são uma realidade presente no cotidiano das pessoas (IBERDROLA, 2024).

Pode-se dizer que a atual realidade teve suas origens em 2008, por ocasião do lançamento do veículo elétrico *Tesla Roadster* em 2008. A partir daquele ano, a indústria dos veículos elétricos tomou novo impulso, com as principais montadoras de veículos do mundo passando a investir considerável monta de recursos para o desenvolvimento de modelos elétricos civis e militares. Segundo a análise realizada pela consultoria Bain & Company (2023), que levou em conta o mercado global, estima-se que até 2040 cerca de 77% da frota de veículos existente no mundo deverá ter como propulsão a eletricidade. Apesar do ritmo de adoção lento apresentado pela América Latina, o Brasil apresenta uma realidade divergente dos latino-americanos, na medida em que desde 2023 diversas montadoras passaram a disponibilizar modelos de veículos elétricos com capacidades diversas, preços variados e garantias de bom funcionamento para a população brasileira em geral.

Levando-se em consideração de que os veículos elétricos estão cada vez mais presentes nas ruas de diversos centros do Brasil, este artigo tem como objetivo verificar a possibilidade da inserção dos veículos elétricos na frota do Exército Brasileiro.

### 2. Desenvolvimento

É fato que a indústria de defesa, seguindo uma tendência mundial, vem construindo protótipos e realizando testes a fim de enquadrar a categoria dos veículos elétricos dentro do escopo da guerra, o que torna essa tecnologia mais acessível e de emprego ampliado.

As Forças Armadas brasileiras, com seus veículos blindados, não blindados e viaturas administrativas, se enquadram no grupo das maiores consumidoras de óleo diesel e gasolina entre os órgãos e serviços públicos do Brasil, o que gera um custo elevado para contratação e sustentação de sua estrutura logística, sem contar na dispendiosa carga de manutenção. Para que se tenha uma ideia, o Exército Brasileiro possui uma frota de mais de 27.000 veículos, incluindo carros de combate, veículos não blindados e viaturas administrativas, que consomem, em média, 20.000 litros de óleo diesel (S10 e S500) e 4.500 litros de gasolina, anualmente.

Entre os maiores consumidores, encontra-se os carros de combate que, por conta da robustez, peso e trafegabilidade em terrenos de difícil progressão, possuem consumo mais elevado. Por exemplo, uma

Brigada de Cavalaria Mecanizada em um deslocamento de 200 Km, realizando uma ação defensiva de movimento retrógrado, consome, segundo dados médios de planejamento, aproximadamente 100.000 litros de óleo diesel (S10/S500), 450 litros de gasolina, 2.000 litros de óleos para motores diesel, cerca de 10 litros para motores a gasolina e 200 litros para engrenagens, somando-se, ainda, mais de 140 quilos de graxas lubrificantes.

**Figura 1 - Premissas para estimativas de suprimento classe III (combustíveis, óleos e lubrificantes)**



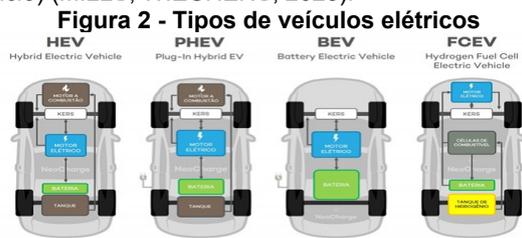
Fonte: O AUTOR, 2024.

Levando-se em consideração os números elencados anteriormente, nota-se a necessidade de manter um grande comboio de viaturas tanque para transporte de combustíveis em condições de realizar reabastecimentos periódicos, o que torna a tarefa, além de dispendiosa, em grande vulnerabilidade sob o ponto de vista militar, transformando os comboios logísticos e postos de suprimento classe III, considerável atrativo operacional em combate.

No atual conflito entre Rússia e Ucrânia, foi comum observar postos de distribuição e de suprimento classe III, bem como comboios de suprimento classe III, sendo atacados por drones, sabotadores, emboscadas, ataques aéreos e aerotransportados, durante seus deslocamentos. Isso aconteceu na cidade russa de *Belgorod*, localizada há 30 km da fronteira entre Rússia e Ucrânia, onde mísseis de baixa altitude lançados pelas forças ucranianas acabaram destruindo um posto de suprimento classe III russo (REUTERS, 2022). Desta feita, acredita-se que os veículos militares movidos a combustíveis renováveis reduziria a necessidade de se manter enormes quantidades de óleo diesel e gasolina junto aos trens de estacionamento, trens de combate e Bases Logísticas no Teatro de Operações.

Sobre os veículos elétricos, percebe-se que eles conquistaram um mercado consumidor civil considerável, impulsionado pelo lançamento de uma enorme gama de modelos, incentivos governamentais, aumento da cadeia logística do produto e o apelo da chamada "pegada verde", além da necessidade da diminuição da dependência de combustíveis fósseis.

No Brasil, segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico, a partir de meados do ano de 2023, as vendas de veículos com propulsão elétrica passaram a se intensificar, crescendo em mais de 90% quando comparado com o ano de 2022 (ABVE, 2024). Hoje, é comum avistar, particularmente nos grandes centros e *hubs* logísticos nacionais, veículos elétricos que se encaixam em quatro categorias de sistemas de propulsão: os **elétricos** (*Battery Electric Vehicle*), os **híbridos** (*Hybrid Electric Vehicle*), os **híbridos recarregáveis** (*Parallel Hybrid ou Plug-In Hybrid Vehicle*) e os veículos elétricos com combustão movida a **hidrogênio** (*Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle*) (MILLS; WIECHENS, 2023).



Fonte: NEOCHARGE, 2024.

Em testes realizados pelo Exército dos Estados Unidos da América, verificou-se que um veículo exclusivamente elétrico (*Battery Electric Vehicle*) ainda não se configura como totalmente pronto para emprego tático, já que requer uma infraestrutura pesada e volumosa para geração de energia e carregamento. No entanto, para veículos e caminhos usados em bases militares (a maioria logísticos), seu uso seria ideal. Dessa forma, acredita-se que é possível inserir veículos elétricos na frota do Exército Brasileiro, particularmente quando se tratar de viaturas administrativas, que realizam pequenos deslocamentos internos. Esses modelos teriam seu uso otimizado, quando aproveitado como veículos de transporte de feridos e equipes precursoras em zonas de lançamento, para movimentações de carga, em ações de apoio intermodal e para realização de rondas e patrulhas, particularmente quando existirem tropas desdobradas em áreas de concentração estratégicas, zonas de reunião, bases logísticas de Brigadas ou bases logísticas terrestres.

Já os veículos elétricos do tipo *Hybrid Electric Vehicle* se mostram mais confiáveis. Porém, não possuem a eficiência de um veículo totalmente elétrico, pois têm motores elétricos e de combustão interna. Por causa disso, demandam de manutenção complexa e não possuem a eficiência de um veículo totalmente elétrico. As baterias, também, são geralmente muito pequenas e não permitem uma autonomia elevada, inviabilizando viagens por longas distâncias e/ou em estradas irregulares e íngremes. Uma alternativa seria seu emprego em veículos administrativos de comando e outros semelhantes, sobretudo de transporte de pessoal em curtas distâncias, dentro de cidades com razoável condição de trafegabilidade e em zonas de ação limitadas. No entanto, o seu uso se destaca como prejudicial, quando se observa como critério de seleção a flexibilidade, particularmente quando se espera possuir capacidade para emprego dual e/ou possibilidade de uso do material de forma ampliada.

Ainda, por se tratar de um veículo com motorização dupla (combustão e elétrico), a logística torna-se desafiadora e complexa, acarretando

necessidade em se ter uma quantidade maior de especialistas e gestores de manutenção. Como se não bastasse, as viaturas elétricas híbridas provocariam o aumento dos trens de combate, trens de estacionamento e postos de suprimento classe IX, demandando uma quantidade maior de peças, sobressalentes e conjuntos de reparação para sistemas de material de emprego militar de motomecanizados, deixando assim, de se obter uma vantagem tática em combate, qual seja, a diminuição da cauda logística necessária para manter veículos com motores a combustão por derivados do petróleo.

Já os veículos elétricos do tipo *Parallel Hybrid ou Plug-In Hybrid Vehicle* se mostram mais adequados, pois são operados por baterias que podem ser carregadas externamente ou por um gerador movido a petróleo. Além das vantagens auferidas por uma transmissão totalmente elétrica, tais veículos podem ser alimentados com petróleo, se necessário, caracterizando uma possibilidade de emprego dual e mais seguro, aos olhos do emprego tático. Além disso, detém a capacidade de carregar suas baterias a bordo, por meio da energia gerada em frenagens, movimento de correias e outros, quando da utilização momentânea dos motores a combustão, o que significa que a capacidade total de energia deste tipo de veículo é muito mais profunda do que a de um veículo totalmente elétrico, aumentando sua autonomia e confiabilidade, por possuir um sistema dual de grande autonomia e capacidade.

Os veículos elétricos do tipo *Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle* são mais eficientes do que os veículos convencionais com motor de combustão interna e não produzem emissões nocivas de escape. Além disso, podem ser abastecidos (ou recarregados) em cerca de 5 minutos, além de possuírem uma autonomia de quase 500 km. No entanto, seu elevado custo de produção tem se tornado um obstáculo para o investimento nesse setor, particularmente no de defesa (JHA, 2023).

“O Exército dos EUA experimentou o caminhão movido a célula de combustível ZH2 da GM, que tem a maioria dos mesmos benefícios que um veículo elétrico, mas funciona com hidrogênio em vez de uma carga de bateria. A tecnologia de células de combustível está evoluindo rapidamente ao lado da tecnologia de baterias e é outra opção que os militares devem considerar de perto para veículos táticos” (MILLS; WIECHENS, 2023).

Mas há desafios para a eletrificação e hibridização dos veículos terrestres para uso em operações militares. Um dos principais gargalos para o uso em massa de veículos militares elétricos é o desenvolvimento de baterias que possuam alta performance e com tempo de carregamento diminuto.

As baterias, como componente crítico, são esmagadoramente fabricadas no exterior, sobretudo na China, e dependem de lítio, cobalto e outras matérias-primas distribuídas em várias partes do mundo, criando uma cadeia de suprimentos fraca e frágil em tempo de paz, que pode ser cortada completamente de nossa base industrial de defesa num grande conflito, além da sua concorrência com as demandas civis que estão em franca ascensão, gerando dúvidas se, em caso de conflito, as demandas militares serão priorizadas.

Destaca-se, assim, a necessidade de que haja um maior direcionamento da Base Industrial de Defesa



brasileira no que tange ao desenvolvimento de alternativas nacionais para componentes críticos, sob pena de que, em tempos de crise, o Brasil não disponha de itens para aplicação, como ocorreu em países como Argentina, na disputa das Ilhas *Falkland/Malvinas* e com os egípcios na guerra do *Yon Kippur*.

Nessa senda, os Estados Unidos da América têm investido maciçamente para o desenvolvimento de baterias pesadas para alimentar veículos terrestres táticos (JOHNSON, 2022). O caso mais assertivo repousa na motorização dos *Electric Joint Light Tactical Vehicle* (e-JLTV), veículo de alta mobilidade, multiuso e com rodas americano.

“O e-JLTV carrega a bateria enquanto está em uso, recarregando totalmente a bateria de íons de lítio em 30 minutos. Isso elimina a necessidade de uma infraestrutura de carregamento, que continua sendo um dos desafios mais significativos para a eletrificação da frota tática de veículos com rodas. [...] Melhora a economia de combustível em mais de 20%. Fornece capacidade de bateria de 30kWh com oportunidade de crescimento. Elimina a necessidade de um gerador rebocado, fornecendo capacidade de exportação de até 115 Kw” (OSHKOSH DEFENSE, 2024).

Segundo Harris e Hohlweck (2022), a segurança do transporte de baterias é outro óbice, já que possui perigo de incêndio, criando mais um desafio, sobretudo para os transportes aéreo e naval. As baterias de íon de lítio podem inflamar e explodir porque possuem um eletrólito líquido inflamável. Independentemente da qualidade da fabricação, se uma bateria de íons de lítio entrar em curto-circuito por qualquer motivo, os terminais aquecem e o líquido do eletrólito começa a ferver. Se o vapor do eletrólito não puder escapar da bateria, ocorrerá um descontrole térmico, fazendo com que a bateria inflame, podendo levar a explosão e incêndio. O fogo da bateria de íon de lítio é extremamente quente e difícil de apagar. Por ser autossustentável, tal bateria continuará queimando mesmo sem uma fonte externa de oxigênio para alimentá-lo.

A fim de aproveitar a onda de eletrificação das frotas e o proeminente desenvolvimento desse segmento, percebe-se que o Exércitos dos Estados Unidos da América, Alemanha, China e Coreia do Sul tem investido no desenvolvimento dessa tecnologia para uso militar, planejando priorizar a aquisição de veículos híbridos em série.

Tal fato vem impulsionando o mercado de defesa internacional, tornando-se uma oportunidade para a Base Industrial de Defesa brasileira, principalmente no tocante ao desenvolvimento de modelos compatíveis com a utilização em combate, o que poderá ser uma tendência futura para os veículos militares. A possibilidade de o Brasil ingressar no setor, por meio do investimento em sua capacidade de ciência, tecnologia e inovação, deve ser explorada e incentivada, buscando parcerias com o setor privado, bem como explorando a hélice formada com a academia.

Ainda, é possível que, por meio do Comando Logístico do Exército Brasileiro, seja realizada a

aquisição de veículos para uso, inicialmente administrativos, servindo de estudo inicial de viabilidade sobre a substituição da frota de viaturas de Comandantes de Organizações Militares para versões elétricas ou híbridas, reduzindo gradativamente o consumo de combustíveis derivados do petróleo. Estima-se que a diminuição, dependendo do modelo a ser adquirido, pode chegar em até a 70% se comparado com um modelo convencional movido a óleo diesel ou gasolina, particularmente quando do uso de versões *Parallel Hybrid* ou *Plug-In Hybrid Vehicle*.

### 3. Conclusão

Os veículos elétricos têm se mostrado uma escolha cada vez mais presente no mercado mundial e que já se demonstram como uma opção possível para seu emprego pelo Exército Brasileiro em algumas áreas.

Em síntese, percebe-se que a utilização de veículos das frotas militares com propulsão elétrica é uma tendência para compor frotas em alguns países, realidade que sinaliza uma opção para o Brasil em setores diversos, particularmente para compor a frota do Exército Brasileiro, podendo iniciar-se pela aquisição de viaturas administrativas em uma fase inicial, além de outras, como especializadas e de apoio intermodal em áreas de concentração estratégica, zonas de reunião, bases logísticas de Brigada ou bases logísticas terrestres, podendo passar para as viaturas operacionais a médio prazo, seguindo o desenvolvimento internacional, possibilitando uma redução no consumo e dependência significativos dos combustíveis fósseis.

Acredita-se que as frotas de veículos administrativos, que, em sua grande maioria, operam a partir de bases que contam com infraestrutura de carregamento, facilitarão a inclusão dos veículos elétricos no Teatro de Operações, proporcionando a diminuição de custos e da cauda logística, da mesma forma que traz benefícios ambientais, cada vez mais em voga.

Já com relação aos veículos elétricos com finalidades táticas, espera-se que os veículos com configurações híbridas, à medida que sejam modernizados, devam ganhar espaço no Teatro de Operações. As tropas que os usarão se beneficiarão de uma melhor geração de energia local para suprir não só o carro, mas como também uma rede de apoio, abarcando itens como a recarga de armas de energia direcionada, baterias de rádio, transmissão e silenciosos, sem contar a redução da necessidade de Homens/hora para manutenção, por conta de sua maior eficiência.

Por fim, a mudança para uma tecnologia de veículos híbridos é uma medida com inúmeros benefícios logísticos, pois possibilita economizar recursos e volume nos trens para carregamento de combustíveis, item cada vez mais nobre e de grande valor militar em combate. Além disso, eletrificar os veículos militares deixará um anacronismo em uma época em que a indústria faz a transição para uma tecnologia mais capaz, limpa e eficiente.



**Como citar este documento:**

Jardim, Jonathas da Costa. Veículos elétricos: uma opção para o Exército Brasileiro. **Observatório Militar da Praia Vermelha**. ECEME: Rio de Janeiro. 2023.

**Referência:**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO - ABVE. **94 mil eletrificados: 2023 bate todas as previsões**. ABVE, 2024. Disponível em: <http://www.abve.org.br/2023-supera-todas-as-previsoes-94-mil-eletrificados/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

BAIN & COMPANY. **Veículos elétricos devem representar 77% das vendas até 2040, projeta Bain**. Bain & Company, 2023. Disponível em: <https://www.bain.com/pt-br/about/mediacenter/press-releases/south-america/2023/veiculos-eletricos-devem-representar-77-das-vendas-ate-2040-projeta-bain/>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.

HARRIS, Stephen; HOHLWECK, Todd. **Transporte de baterias de íons de lítio: conheça seu risco**. Marsh, 2022. Disponível em: <https://www.marsh.com/br/industries/cargo/insights/transporting-lithium-ion-batteries-know-your-risk.html>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2024.

IBERDROLA. **O veículo elétrico: uma viagem por mais de 200 anos de história**. Iberdrola, 2024. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/historia-carro-eletrico>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

JHA, S. N. **Hydrogen Market Outlook (2024 - 2034)**. Fact. MR, 2023. Disponível em: [https://www.factmr.com/Report/hydrogen-market?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAlcyuBhBnEiwAOGZ2S1xmo2dgZHv2afrDuvC7FfPnxhPre18XSSgl-](https://www.factmr.com/Report/hydrogen-market?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAlcyuBhBnEiwAOGZ2S1xmo2dgZHv2afrDuvC7FfPnxhPre18XSSgl-)

BosgCJTqgFgXJiwH7RoCbvUQAvD\_BwE. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

JOHNSON, Peter. **US Department of Defense embracing electric military vehicles using GM's Ultium Platform**. Electrek, 2022. Disponível em: <https://electrek.co/2022/10/07/us-department-of-defense-embracing-electric-military-vehicles/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

MILLS, Walker; WIECHENS, Ryan. **The Lethality Case for Electric Military Vehicles**. Modern War, 2022. Disponível em: <https://mwi.westpoint.edu/the-lethality-case-for-electric-military-vehicles/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

NEOCHARGE. **Conheça os tipos de carros elétricos**. NeoCharge, 2024. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

OSHKOSH DEFENSE. **Oshkosh Defense Hybrid Electric JLTV (eJLTV)**. Oshkosh Defense, 2024. Disponível em: <https://oshkoshdefense.com/vehicles/light-tactical-vehicles/ejltv/>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2024.

REUTERS. **Ukraine denies attacking fuel depot inside Russia, mayor says fire almost out**. Reuters, 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/world/ukraine-strikes-fuel-depot-russias-belgorod-regional-official-says-2022-04-01/>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.